

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Konsep Umum Optimasi

Optimasi merupakan suatu cara untuk menghasilkan suatu bentuk struktur yang aman dalam segi perencanaan dan menghasilkan struktur yang ekonomis pula. Dalam pengembangannya, banyak peneliti menaruh minat dalam bidang optimasi struktur ini. Beberapa peneliti yang mengembangkan suatu struktur yang optimal antara lain: hasil penelitian yang kemukakan oleh Rajeev dan Krishnamoorthy (1992) dalam jurnal “*Discrete Optimization of Structure Using Genetic Algorithms*” memuat cara untuk membuat ukuran penampang yang optimal dengan menggunakan algoritma genetika, akan tetapi dalam jurnal ini hanya ukuran penampang yang dioptimalkan serta menggunakan *truss* dengan *nodes* yang telah ditentukan (*fixed nodes*) dan bentuk rangka batang tertentu, dimana bentuk rangka batang tersebut tidak dioptimasi.

Penelitian-penelitian lainnya yang menggunakan algoritma genetika untuk mengoptimalkan struktur *truss* adalah penelitian yang dilakukan oleh Sesok dan Belevicius (2007) menggunakan algoritma genetika untuk optimasi topologi, pada penelitian ini juga menggunakan struktur *plane truss* dengan jumlah *nodes* yang telah ditentukan terlebih dahulu, akan tetapi tidak dilakukan optimasi terhadap ukuran penampang (ukuran penampang untuk semua batang sama). Selain penelitian Sesok dan Belevicius (2007), ada juga penelitian yang dilakukan oleh

Rajan (1995) yaitu menggunakan algoritma genetika untuk mengoptimasi bentuk, topologi, serta ukuran penampang batang. Namun pada jurnal ini tidak membahas secara mendalam bagaimana cara mengaplikasikan algoritma genetika dengan mengombinasikan 3 macam variabel yang ingin dioptimasi. Seperti peneliti terdahulu, Rajan (1995) menggunakan suatu rangka batang (*truss*) yang telah diketahui bentuknya serta titik-titik simpulnya (*fixed nodes*) untuk dioptimasi. Hasil penelitian ini adalah rangka batang yang telah dioptimasi bentuk, topologi, serta ukuran penampang.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu di atas, penulis tertarik untuk membuat suatu penelitian mengenai optimasi dengan hanya bentuk dasar struktur yang diketahui (*nodes* terluar yang memikul beban) sehingga berbeda dengan penelitian sebelumnya dimana bentuk struktur telah ditetapkan sebelum dioptimasi, diharapkan pula selain topologi dan ukuran penampang, *nodes* terluar dari struktur *truss* tersebut dapat dioptimasi sehingga memperoleh suatu struktur rangka batang (*truss*) yang lebih optimal khususnya untuk kuda-kuda rangkap atap baja. Penelitian ini menggunakan beberapa metode penyelesaian yang digabungkan dari penelitian-penelitian terdahulu antara lain penelitian Rajeev dan Krishnamoorthy (1992) yang digunakan untuk mengoptimasi ukuran penampang dari struktur *plane truss* yaitu dengan menggunakan algoritma genetika tipe biner, kemudian menggunakan optimasi topologi seperti pada penelitian Sesok dan Belevicius (2007) juga dengan menggunakan algoritma genetika tipe biner. Hal yang lain pada penelitian ini adalah mengoptimasi titik-titik simpul terluar (*nodes*) dengan menggunakan algoritma genetika tipe *real*. Penggunaan optimasi dengan

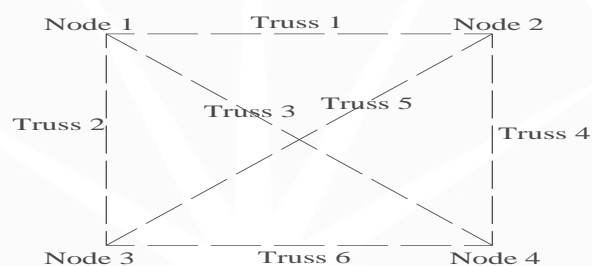
algoritma genetika tipe *real* memungkinkan titik-titik simpul (nodes) terluar dari rangka batang bidang untuk berpindah ke koordinat yang optimum. Algoritma genetika yang digunakan untuk mengoptimasi dan analisis struktur *plane truss* dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* MATLAB-R2013.

2.2 Algoritma Genetika (*Genetic Algorithm*)

Algoritma genetika adalah prosedur pencarian dan optimasi berdasarkan teori seleksi alami Charles Darwin. Sejak pertama kali dirintis oleh John Holland pada tahun 1960-an, algoritma genetika telah dipelajari, diteliti dan diaplikasikan secara luas pada berbagai bidang. Algoritma genetika banyak digunakan pada masalah praktis yang berfokus pada pencarian parameter-parameter optimal. Menurut *Goldberg* (1989), mekanisme dari penggunaan algoritma genetika berasal dari teori seleksi alam Charles Darwin dimana hanya populasi yang mempunyai nilai *fitness* yang tinggi yang mampu bertahan. Algoritma genetika telah digunakan untuk memperoleh solusi nilai optimum dan menunjukkan kelebihanannya untuk menemukan solusi nilai optimum untuk persoalan-persoalan yang kompleks.

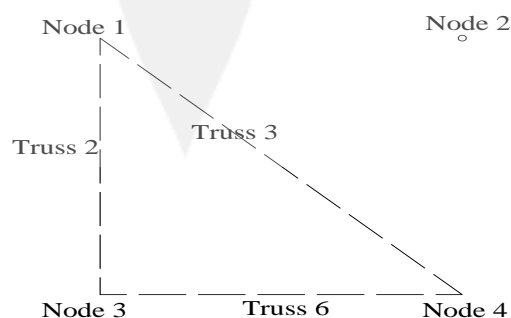
Secara umum algoritma genetika terbagi atas dua yaitu algoritma genetika biner (*binary genetic algorithm*) dan algoritma genetika riil (*real genetic algorithm*). Penelitian ini menggunakan algoritma genetika *biner* untuk melakukan optimasi pada ukuran penampang dan topologi struktur rangka kuda-kuda atap baja. Secara umum tahapan algoritma genetika *biner* dimulai dengan memanggil populasi secara acak yang direpresentasikan menjadi bilangan 0 dan 1 sebagai *discrete variable*. Untuk optimasi ukuran penampang dibutuhkan suatu

“converter tools” yang berfungsi untuk menerjemahkan *binary string* menjadi suatu bilangan *real* agar struktur tersebut dapat dianalisis secara struktural, tetapi untuk optimasi topologi, tidak penting mengubah suatu *binary string* menjadi *real number* karena nilai *binary string* hanya merupakan perwakilan dari *existing member*. Jika nilai *string*-nya sama dengan 0 berarti tidak ada *member* yang menghubungkan 2 titik *joint* sebaliknya jika nilai *string*-nya sama dengan 1 berarti ada *member* yang menghubungkan 2 titik *joint*. Untuk lebih mudah dipahami, diberikan contoh di bawah ini:



Gambar 2.1. Kemungkinan Batang yang Terjadi untuk 4 titik *joint*
Sumber: Sesok dan Belivicius (2007)

Sebagai contoh pada Gambar 1, diberikan suatu struktur rangka batang yang mempunyai 4 titik *joint* dan 6 kemungkinan batang (6 *member*). Jika *binary string* menunjukkan nilai 0 1 1 0 0 1, hal ini berarti bahwa batang 1, 4, dan 5 tidak ada sedangkan batang lainnya ada.



Gambar 2.2. Rangka Batang untuk *Binary String* 0 1 1 0 0 1

Sumber: Sesok dan Belivicius (2007)

Cara untuk mengubah suatu *binary string* menjadi bilangan *real* adalah (Michalewicz, 2006, Arfiadi, 2011):

$$t_i = \sum_{j=0}^r h_j \cdot 2^j \quad (1)$$

dimana:

h_j = *string-j* dari kanan (0 atau 1)

r = panjang *string*

t_i = *real number* dari suatu *column* dalam *array* yang berisi ukuran penampang yang merupakan *input variabel*

Tahapan selanjutnya dalam algoritma genetika adalah dengan menyeleksi masing-masing populasi dengan menggunakan metode *roulette wheel*. Setelah proses penyeleksiaan berakhir akan menghasilkan suatu populasi baru yang akan mengalami *crossover* (pindah silang), metode *crossover* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *one cut point* yaitu memilih secara acak satu posisi dalam *chromosome* induk kemudian saling menukar gen. *Chromosome* yang dijadikan induk dipilih secara acak dan jumlah *chromosome* yang mengalami *crossover* dipengaruhi oleh parameter *crossover rate*.

Sebelum Crossover

0 0 1 1 1 0 0 1

1 0 0 1 1 0 1 0



Setelah Crossover

0 0 1 1 1 0 1 1

1 0 0 1 1 0 0 0

Gambar 2.3. Metode Crossover one cut point

Langkah selanjutnya adalah mutasi gen yaitu proses penggantian gen dengan nilai inversinya, gen 0 menjadi 1 dan gen 1 menjadi 0. Proses ini dilakukan secara acak pada posisi gen tertentu pada individu-individu yang terpilih untuk dimutasikan. Banyaknya individu yang mengalami mutasi ditentukan oleh besarnya probabilitas mutasi.

Sebelum Mutasi

0 0 1 1 1 0 0 1

0 0 1 1 1 1 0 1

Setelah Mutasi

Gambar 2.4. Mutasi untuk Algoritma Genetika *Biner*

Setelah proses mutasi selesai, generasi baru (populasi baru) akan tercipta sekaligus menjadi tanda bahwa telah diselesaikannya satu iterasi dalam algoritma genetika atau disebut dengan satu generasi. Proses tersebut terus berulang sampai didapatkan populasi yang mempunyai nilai *fitness* paling tinggi.

Algoritma genetika *real* mempunyai prosedur yang kurang lebih sama dengan algoritma genetika *biner*, perbedaannya pada algoritma genetika *real*, nilai dari kromosom tidak perlu dikonversi lagi karena nilai tersebut sudah merupakan bilangan *real*. Untuk proses pindah silang (*crossover*) dan mutasi, prosedur pengerjaannya sama, tetapi untuk pergantian gen dalam kromosom merupakan bilangan *real*.

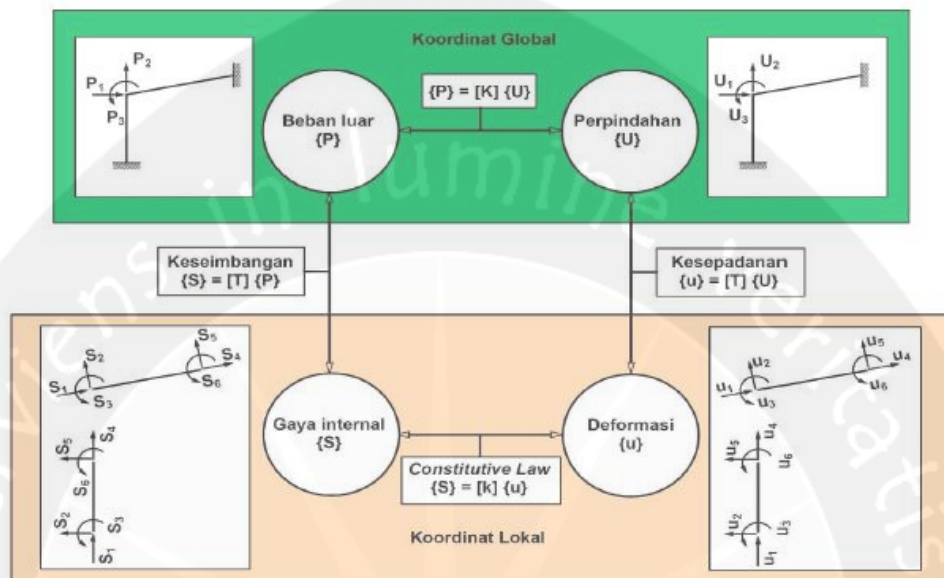
2.3 Metode Matriks Kekakuan Pada Struktur Rangka Batang Bidang (*Plane Truss*)

Dalam analisis struktur dikenal dua metode yaitu metode klasik dan metode matriks. Metode klasik seperti metode *slope deflection*, metode Cross diperuntukkan struktur tertentu dan ditujukan untuk penyelesaian secara manual dengan kalkulator. Metode matriks merupakan metode yang lebih terstruktur dan modular, sehingga dapat digunakan untuk penyelesaian yang lebih umum dan mudah deprogram dengan menggunakan komputer. Setelah perkembangan komputer pribadi akhir-akhir ini, analisis struktur dengan metode matriks kekakuan sangat berkembang, yang diikuti tersedianya perangkat lunak analisis struktur (Arfiadi, 2013).

Secara umum analisis struktur pada rangka batang bidang (*plane truss*) adalah sebagai berikut:

1. Membentuk matriks kekakuan batang dalam koordinat local dan matriks transformasi,
2. Membentuk matriks kekakuan batang dalam koordinat global,
3. Merakit matriks kekakuan batang dalam koordinat global menjadi matriks kekakuan struktur sesuai dengan vektor tujuan,
4. Membuat matriks vektor beban,
5. Menghitung perpindahan global,
6. Menghitung deformasi dan gaya-gaya batang.

Berikut adalah hubungan antara variabel-variabel dalam analisis struktur (Arfiadi, 2013).



Gambar 2.5. Hubungan antara Variabel dalam Analisis Struktur
 *sumber: Jurnal Konfrensi Teknik Sipil ke-7, Nomor Makalah 046S
 (Arfiadi,2013)